

A baktériumok azonosítására számos bakteriológiai tesztet elvégeztünk, de az egyes rendszertani csoportok összeállításánál a *Heuschmann-Brunnel* által megadott táblázatot alkalmaztuk. Az élettani-biokémiai tesztek elvégzésénél *Holding és Collee (1971)* módszereit alkalmaztuk. Az *Aeromonas* csoport baktériumait tápagar lemezen izoláltuk és 30 °C-on 24–48 óráig inkubáltuk. Bakteriológiai vizsgálatra a halak következő pontjairól vettünk mintákat: testfelületi nyálkaparék, kopolytú, esetleges fekélyek, vese, máj, lép, gyomor vagy bél. Az egyes szervekből kitenyésztett baktériumok közül véletlenszerűen izoláltunk a vizsgálatokra, hiszen sok esetben, még a parenchimas szervekből is kevert baktériumflóra tenyészthető ki. Az izolálások során ügyeltünk arra, hogy legalábbis a telepmorfológia alapján, a szerv mikroflórájában legnagyobb számban előforduló 1–2 baktérium típust izoláljuk le. Jelen tanulmányban csak az *Aeromonas hydrophila* és *punctata* izolátumokkal foglalkozunk, az egyéb jelenlevő baktériumokkal nem.

Egy alkalommal a recirkulációs rendszer vízből is izoláltunk *Aeromonas*okat. Az izolálást hígítási módszerrel végeztük, és a hígított mintákból lemezt öntöttünk. Bár táptalajként tápagart használtunk, mely az *Aeromonas*okat nem differenciál, ennek ellenére az izolált törzsek jó része *Aeromonas*nak bizonyult.

EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁS

A 2., 3. és 4. táblázatban az *Aeromonas punctata* és *hydrophila* izolátumaink rendszertani beosztását, valamint származási helyeit tüntettük fel. A táblázatban a „fekélyes” megjegyzés mindenféle, szemmel látható sebet jelent. Pontyok esetében ez a legtöbbször erithrodermatitist takar, bár néhány esetben más jellegű bőrelváltozásokról van szó. A vizsgált harcsák egy része papillomás volt, s az ott vizsgált „fekélyek” valószínűleg mechanikai sérülések következtében keletkeztek.

A *Flexibacter* fertőzött harcsák esetében a jellegzetes fekélyekből vettünk kaparékot. A beteg halak egy része jellegzetes külső vagy belső tüneteket nem mutatott, esetleg a hasüregben, gyomorban vagy bélben találtunk több-kevesebb, rendellenes váladékot.

Az *Aeromonas hydrophila* ssp. *hydrophila* 1. biotípusa mind a beteg, mind az egészséges halakból nagy valószínűséggel izolálható. A 70 izolátum közel 20 törzs ebbe a csoportba sorolható (2. táblázat). Az *Aeromonas hydrophila* ssp. *hydrophila* 2. biotípusa és az anaerogenes változatok előfordulása már ritkább, (3. táblázat).

Jelentős számban izoláltunk típusos *Aeromonas hydrophila* baktériumokat is. Ezen törzseknél a VP-próba negatív, de a *Heuschmann-Brunner* által megadott séma szerint

egyik biotípusba sem sorolható, mert vagy a glukózból, vagy a glicerinnél gázt képeznek, illetve a VP-teszt pozitív, de a gázképzés nem egyértelmű. A recirkulációs rendszer vízből izolált *Aeromonas* törzsek kivétel nélkül az *Aeromonas hydrophila* valamely biotípusával azonosíthatók.

Az *Aeromonas punctata* csoport jellegzetessége, hogy az egészséges ponty izolátumok jó része ebbe a csoportba tartozik, (4. táblázat). Ugyanakkor nagy gyakorisággal kimutatható a legkülönbözőbb tüneteket mutató beteg halakból is. Az *Aeromonas* ssp. *caviae* törzseket csak az egészséges pontyokból mutattunk ki, itt is főleg belből, de egy esetben a kopolytúról és a májból is izoláltuk (4. táblázat).

Eredményeink alapján kijelenthetjük, hogy az *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas punctata* csoport baktériumai a harcsa és a ponty egészséges és beteg mikroflórájában közönségesnek tekinthetők. Összhangban számos külföldi publikációval úgy tűnik, a csoport tagjai a normál bőrfelület és bélflóra állandó, vagy legalábbis nagy gyakorisággal jelen levő képviselői. Bár természetes vizekből a baktériumok kimutatását nem végeztük el, s ez a jövő egyik feladata is lehet, a nagy népességű keltetők vagy recirkulációs rendszerek vizében igen gyakori, tapasztalataink szerint a leggyakoribb, szokványos táptalajon növő baktérium.

Méréseink alapján a recirkulációs rendszer vizében milliliterenként néhány ezertől néhány tízezerig terjed a sejtszám. A legtöbb, esetleg mindegyik, biotípus fakultatív patogén. A külső sérülésekkel, fekélyekkel járó elváltozásokban mindig elszaporod-

nak, bár a legöbbs esetben jelenlétük nem elsődleges. Erithrodermatitises fekélyekben, vagy *Flexibacter*ek mellett mindig megjelennek. Jelenlétükkel az elsődleges kórokozó kimutatását sokszor megnehezítik. A véráramba kerülve a parenchimas szervekbe is bejuthatnak, végül kialakulhat a teljes septicæmia. Tünetmentes halak parenchimas szerveiből, igaz kis mennyiségben, elég gyakran kimutathatók, tapasztalataink alapján hozzávetőlegesen az állomány 15–20 százalékában.

Fontosnak tartjuk megjegyezni, hogy az *Aeromonas*okat a legtöbb esetben a meleg évszakban izoláltuk, vagy gyors fölmelegedés után. Télen, vagy hideg vízben számuk a normál flórában csökken, vagy eltűnik, s másodlagos fertőzéseket nem okoznak. Adataink viszont, főleg a téli időszakokra vonatkozóan, hiányosak, illetve egy-két eset vizsgálatára szorítkoznak. Hasznos lenne a jövőben a halak *Aeromonas* mikroflórájának évi dinamizmusát is soron követni, esetleg víz- és iszapvizsgálatokkal kiegészíteni. E fontos fakultatív kórokozó ökológiai igényeinek birtokában a védekezés is hatékonyabbá válhatna, hiszen, bár minden jel szerint a megjelenésük másodlagos, a nagy kártételek éppen a másodlagos fertőzések következtében lépnek fel. Az *Aeromonas* baktériumok, mint másodlagos kórokozók a közvetlen elhullásokért felelősek. A baktériumcsoport antibiotikum rezisztenciájának alapos vizsgálatával, és a jelenlegiek mellett új gyógytápok kidolgozásával a közvetlen elhullásokat csökkenteni lehetne.

Farkas József—Oláh János
Haltenyésztési Kutató Intézet
Szarvas

A stressz szerepe a halpusztulásoknál

Szerte a világon — így hazánkban is — egyre növekszik a szintetikus kémiai vegyületek felhasználása a mezőgazdaságban, részint a terméshozam növelésére, részben pedig a kártevők elleni védekezés céljából, amelyek az esőzések révén könnyen bemosódnak természetes vizeinkbe és káros hatást fejtenek ki az ott élő vízi szervezetekre.

Az ipari eredetű szennyeződés mennyisége is ugrásszerűen megnőtt folyóinkban és tavainkban. Ezzel szinte párhuzamosan egyre gyakrabban hallani olyan híreket, amelyek a hazai természetes vizeinkben

lejátszódó halpusztulásról számolnak be. Ezeknek okait pontosan felderíteni nehéz feladat. A pusztulás általában a vízi környezet kedvezőtlen megváltozásának következménye, amelynek előidézői lehetnek:

1. Kedvezőtlen vízkémiai körülmények (O₂-hiány, magas pH, fel-szaporodó ammónium);
2. Kedvezőtlen víz hőmérséklet (hirtelen felmelegedés);
3. Az emberi tevékenység során keletkező ipari és mezőgazdasági szennyező anyagok bejutása a vízbe.

Mindhárom fenti tényező külön-külön is zavaró hatással van a halak életfolyamaira, mintegy állandó stresszhatást váltanak ki az állatokban. Ennek foka a kedvezőtlen körülmények minőségi és mennyiségi hatásától függ. Egyes szélsőséges esetben egyetlen tényező is oly mértékben fejtheti ki károsító hatását, hogy az önmagában is a halak pusztulását okozhatja. Természetes vizeinkben azonban feltehetően több környezeti tényező egyidejűleg kifejti kedvezőtlen hatása okozza az időnként előforduló halpusztulásokat. Ezért minden olyan elképzelés hibás és a probléma túlzott leegyszerűsítésének hátrányait hordja magában, amely csupán egyetlen környezeti tényező kedvezőtlen alakulását próbálja meg „felelőssé tenni” a tömeges halpusztulásért. A kedvezőtlen környezeti tényezők jellegüktől függően egy sor viselkedési, biokémiai és élettani változást okozhatnak a halak életében.

A vízi környezetet károsító anyagok jellegzetesen befolyásolják a halak mozgásaktivitását. Normál állapotban a halak általában a víz folyásával szemben úsznak. A károsító anyag bejutása a vízbe, majd felvétele a halak szervezetében fokozatosan megfordítja a halak úszásának irányát, tartós szennyeződés esetén pedig az állatok mozgása szemmel láthatóan felgyorsul és nyugtalanná válik, végezetül pedig kezdetét veszi a tömeges halpusztulás. A természetes környezeti tényezők sajnálatos módon fokozni is képesek egy-egy vízbejutó vegyület mérgező hatását, ugyanis a vízi környezet pH- és hőmérsékletváltozása számos kémiai vegyület vízdisszociációját növelheti, ezáltal viszont növekszik a halakra kifejített károsító hatásuk is. A mezőgazdaság által hazánkban is széleskörűen felhasznált Dikonirt károsító hatása ötszöröse is növekedhet a pH-érték 6,9-ről 8-ra történő megváltozásakor. A kopoltyúk légzőmozgásának megelénkülése akár csekély hőmérsékletnövekedésre, avagy oxigénhiány esetében növeli a vízben oldott anyagok mérgező hatását, minthogy a káros anyagok így gyorsabban abszorbeálódnak a kopoltyún.

Jelentősen befolyásolja a mérgezés hatékonyságát, hogy hány féle mérgező anyag fordul elő együttesen a vizsgált vízterületen. Ismeretes, hogy néhány toxikus anyag például a DDD és a Dikonirt együttesen a szinergista károsító hatás révén többszöröse növelik a mérgező hatást. Továbbá a halak tűrőképessége is a mérgező anyagokkal szemben bizonyos változást mutat. Ez valószínűleg a hőmérsékletváltozással és ezáltal a vízben oldott oxigén mennyiségével van összefüggésben. A fenti esetek alapján feltételezhető, hogy a hazai halpusztulások ilyen jellegű változások szerencsétlen egybeeséseinek következményei voltak.

A legtöbb esetben a víz oxigénkoncentrációja és a meghatározott

kémiai szennyező anyagok mennyisége külön-külön nem okoztak volna halpusztulást. Azonban egy adott körzetben ezen káros tényezők hatása összegeződött és így végzetes következménnyel járt a halak számára. Ilyen jelenség játszódhatott le az 1975. évi balatoni halpusztulás során is. A halpusztulás akkor február 2-án kezdődött és március 19-ig tartott. Ebben az időszakban a halpusztulás a fonyódi hajó kikötő és a Balatonmária közötti területen volt észlelhető. 1975. március 20-án hirtelen megszűnt a halak további pusztulása. Ezen a napon az időjárás is alaposan megváltozott. A hirtelen kerekedett szeles idő hatására a levegő lehűlt, és a víz pedig a szél következtében erősen hullámozóvá és zavarossá vált. Vajon miért szűnhetett meg itt olyan hirtelen a halpusztulás? Nyilvánvalóan az erős szél és hőmérséklet javította a víz oxigénellátottságát és csökkentette a vízben oldott anyagok mérgező hatását, hiszen az oxigén alacsony hőmérsékleten jobban oldódik, a széljárás pedig a vízmozgás fokozása révén ezt elő is segítette. A felkavart iszap ezen túlmenően magához köthette a káros anyagokat.

Egyes szakértők szerint az ilyenformán felkavarodott víz teljesen semlegesíteni tudja a mérgező anyagok hatását. Pénzes közölte a halpusztulás idején mért káros vegyületek mennyiségi adatait a halak különböző szerveiben. Ezek valóban nem érik el a halakra vonatkozó letális dózisok határértékeit. Pénzes ezek alapján arra a végső következtetésre jutott, hogy a kovaalgák okozták a halak pusztulását a kopoltyúk mechanikai roncsolása révén. A halpusztulás oka azonban nemcsak ez lehetett. Kétségtelen, hogy az algák által kiváltott sérülések is okozhatnak oxigénhiányra utaló tüneteket (az áll alatt a száj körül és a hastájon, valamint az úszókön észlelt feltűnő beverződések és véraláfutások foltok) a kopoltyú károsítása, és így az oxigénfelvétel csökkenése révén.

Ha ez lett volna a halpusztulás kizárólagos oka, akkor nem valószínű a mérgezett területről származó halak oly gyors mérvű regenerálódása és állapotjavulása, mint ahogy az Pénzes áttelepítési kísérlete során bekövetkezett. Feltehetően az új közegbe történt áttelepítést követően megszűntek az egyéb károsító hatások (mérgezés számára kedvező pH- és hőmérsékleti viszonyok, valamint a viszonylagos oxigénhiány). A halpusztulást tehát végsősoron a kedvezőtlen környezeti tényezők együttes stresszhatásként való fellépése okozhatta, amely a halak számára végzetes volt.

Milyen kedvezőtlen változást okozhatnak a halak szervezetében a káros környezeti tényezők stresszhatás révén? Selye János, világhírű magyar származású biokémikus szerint a kedvezőtlen környezeti változásokra három szakaszban válaszolnak az élőlények:

1. **Vészreakció** (a mellékvese kéreg-állományából felszabaduló adrenalin és noradrenalin a szervezet teljesítő képességét — bizonyult biokémiai változások közbeiktatásával — fokozza).
2. **Alkalmazkodási szakasz** (a szervezet még rendelkezik kellő energiával a kedvezőtlen körülmények kivédésére).
3. **Kimerülési szakasz** (a szervezet képtelenné válik a további alkalmazkodásra, amelynek pusztulás a következménye).

Saját kísérleti eredményeink igazolták, hogy néhány a mezőgazdaság által felhasznált vegyület stresszhatást váltott ki a halakban, ugyanis a biokémiai vizsgálatokkal sikerült kimutatni az adrenalin és noradrenalin kiürülését halak mellékveséjéből a vegyületek hatására. A mellékveséből nagy mértékben felszabaduló adrenalin és noradrenalin pedig közvetlenül vagy közvetve káros a halak számára.

Vajon miért? Közvetlenül úgy káros, hogy a mellékveséből történt felszabadulás következményeként megnövekszik a vérplazma adrenalin és noradrenalin szintje, amely fokozza a májban tárolt tartalék-energiát képező glükogén kiürítését, amelynek következményeként jelentősen megnövekszik a vércukorszint. Ugyanakkor a keringési rendszer révén az izomba jutott nagy mennyiségű cukor lebomlása a normálnál több tejsav keletkezéséhez is vezethet. A felszaporodó tejsav pedig, mintegy elviselhetetlen „izomlázat” okozva a halaknak ezek pusztulását okozhatja. E jelenséget halakra vonatkozó több szerző leírta. Ezenkívül a felszabaduló adrenalin és noradrenalin növeli a nitrogén kiválasztását is. Minthogy a nitrogén kiválasztása halak esetében a kopoltyún keresztül ammónia formájában történik, egyes esetekben a vízi környezetben felszaporodó ammónia is károsíthatja a halakat. A viszonylag kisebb, de állandó stresszhatás pedig közvetve károsítja a halakat, olyanformán, hogy fogékonyra teszi szervezetüket a különböző bakteriális és vírusos fertőzésre. Ennek oka az, hogy a stresszhatások révén befolyásolt anyagcsere-folyamatok során zavar támadhat a γ -globulinok képződésében, amelynek, mint ismeretes, jelentős szerepe van a szervezet ellenálló képességének fenntartásában. A halak szervezete úgyiszőlván azonnal reagál a megváltozott környezeti viszonyokra, és ez amennyiben kedvezőtlen, akkor ezt jól tükrözi az adrenalin rendszer megváltozása. Így ennek állandó figyelemmel kísérése előzetes információt adhat a halak élettani és biokémiai terheltségi állapotáról. Ilyen jellegű vizsgálatok indultak meg a szegedi József Attila Tudományegyetem Biokémiai Tanszékén a szarvasi Haltenyésztési Kutató Intézet támogatásával.

Nemcsók János

JATE Biokémiai Tanszék, Szeged